

## CARTOGRAFÍA I.G.M. HISTÓRICA DIGITAL CONTINUA GEORREFERENCIADA - PROVINCIA DE SANTA CRUZ

Jorge M. Sisti, Arturo M. Cabral, Walter G. Murisengo, Mariana Pené, Luciano Orianda, Nuria Grizzutti.

Unidad de Investigación y Desarrollo Sistemas de Información Georreferenciados, UID-SIG / Agrimensura, Calle 47 esq. 116 (1900) La Plata. [jsisti@ing.unlp.edu.ar](mailto:jsisti@ing.unlp.edu.ar)

Palabras clave: cartografía digital, Santa Cruz, I.G.M., georreferenciada, histórica.

### Introducción:

En el marco de un convenio de Asistencia técnica brindada a la Dirección Provincial de Catastro (D.P.C.) de la Prov. de Santa Cruz, a través del Consejo Federal de Inversiones, fue digitalizada, geocodificada y mosaicada la cartografía histórica de la Provincia.

La cartografía oficial del país ejecutada por el IGM se encuentra completa, actualizada y en formato digital (vectorial) solo la correspondiente a escala 1:250.000. Las cartas topográficas a escalas mayores, 1:100.000 y 1: 50.000, no cubre la totalidad del país ni se encuentran actualizadas, pero aun hoy constituyen una valiosa fuente de información territorial, no siempre fácil de acceder o correlacionar con la información en soporte digital.

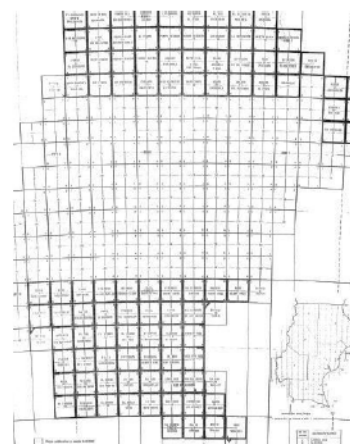
El producto generado “*Continuo cartográfico digital georreferenciado*”, se ejecutó utilizando cartografía impresa del IGM (Instituto Geográfico Militar, hoy I. G. Nacional) en escala 1:100.000, que se encuentran en proyección cartográfica Gauss-Krüger, en tres fajas diferentes (faja GK: 1, 2 y 3). De las 197 cartas que cubren la provincia en esa escala, se disponían 154 cartas en escaneos blanco y negro (B&N), provistas por la DPC. Para cubrir los vacíos de información se utilizaron 15 cartas de escala 1:250.000 (escaneadas también en B&N) que permitieron completar los sectores faltantes.

El resultado obtenido, es un archivo digital formato raster, georreferenciado en el sistema Campo Inchauspe, proyección Gauss-Krüger (GK) en faja 2, de la mejor cartografía IGM impresa disponible. Se la refiere como “*histórica*” dado que la edad promedio de las cartas empleadas supera los 50 años.

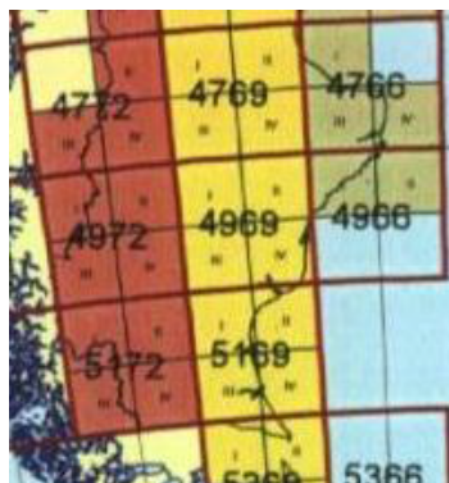
No se tiene conocimiento que otra provincia argentina disponga la cobertura total de su territorio de cartografía IGM en un archivo único: *continuo digital georreferenciado*, susceptible de ser utilizado e incorporado a los sistemas de información geográfico (SIG).

### Parte Experimental:

La provincia de Santa Cruz, una de las más extensas del país (243.943 km<sup>2</sup>), resulta cubierta por la cartografía del IGM de acuerdo a su diseño, por 197 cartas escala 1:100.000 cuya distribución se observa en la imagen al lado. De éstas, teníamos disponibles en soporte digital (escaneo en Blanco/Negro, o B&N) 154, correspondientes a las fajas 1, 2 y 3 del sistema de fajas utilizado en la argentina americana (en la



porción antártica de nuestro país no se utiliza el sistema de fajas Gauss Krüger). De faja 1 teníamos 64 cartas (30 de los años 1980 / 82; 34 de los años 1947/50); de faja 2, 79 (33 de los años 1969/80, 46 de los años 1942/ 48); de faja 3, 11(1 del año 1934, 10 de los años 1943/48). El promedio simple de antigüedad dataría éstas hojas cerca de 1960, por lo que tiene algo más de 50 años de antigüedad.



Para completar los faltantes utilizamos 15 cartas escala 1:250.000 (escaneadas en B&N, a 200 dpi), cuya distribución y faja GK correspondiente se observa en figura vecina (en colores: faja 1 al oeste en marrón, faja 2 al centro en amarillo, faja 3 al este en verde). De faja 1 utilizamos 8 cartas (años 1953 y 1973/86); 5 de faja 2 (años 1953 y 1984/85); 2 de faja 3 (años 1986/89). El promedio simple de antigüedad dataría éstas hojas cerca de 1970.

*Corrección geométrica y georreferencia* de cada uno de los 169 (154 + 15) archivos de cartas escaneadas en B&N, en su correspondiente faja GK. Para todas las fajas, el origen de la coordenada cartográfica ascendiente (*Northings*) tiene el mismo origen, el polo sur (Latitud 0°, con valor de origen cero metros) mientras que para la coordenada perpendicular a la anterior (*Easting*) los valores de origen cambian: 1.500.000 (metros) para faja 1 con meridiano central 72° oeste, 2.500.000 para faja 2 (origen en longitud 69° oeste) y 3.500.000 para faja 3 (origen en latitud 66° oeste).

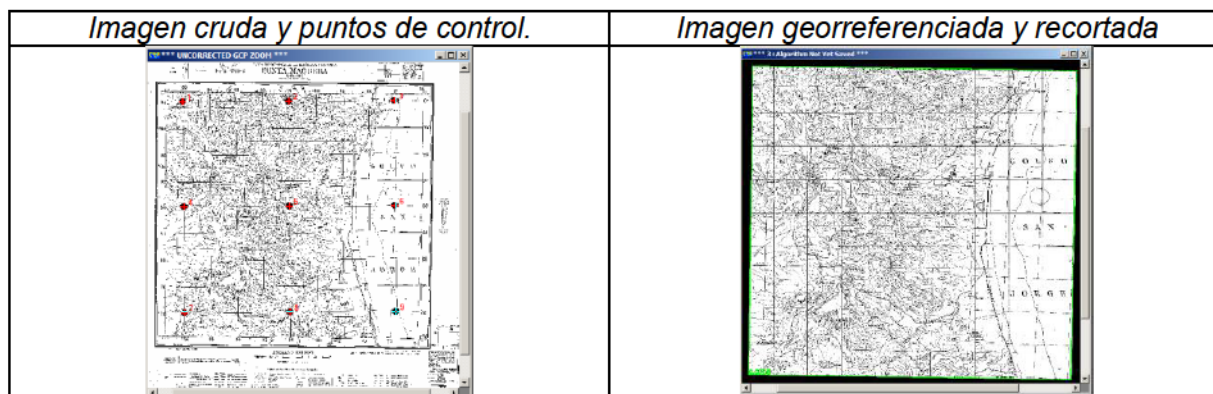
A cada archivo de imagen crudo (formato *raw*, que contiene errores geométricos) se lo trata con un software específico de procesamiento de imágenes, en este caso ERMMapper 7.0 para llevarlas a un sistema de coordenadas en una proyección cartográfica determinada, de modo que tenga correspondencia con coordenadas terrestres; para este caso el *Datum* que utilizamos fue Campo Inchauspe (aun cuando las cartas más antiguas utilizaron *datums* locales, no C. Inchauspe), proyección Transversa Mercator Argentina, Fajas 1, 2 o 3 según correspondiera en cada caso.

Luego, se eligieron 9 puntos de control planimétricos (coordenadas planas: N/E) sobre la imagen con una distribución uniforme y cubriendo en lo posible todo el área de trabajo, siendo éstos coincidentes con vértices de la cuadrícula Gauss-Krüger de coordenadas conocidas, donde el valor de éstas fueron cargadas manualmente, variaba en cada carta dependiendo de la faja en la que estuviera proyectada. Este proceso se aceptaba o no teniendo en cuenta los errores residuales (RMS) del proceso, los cuáles debieron ser menores a 3, expresados en valor absoluto en función del tamaño nominal del píxel. Cabe destacar que en la carta 1:100000 tenemos un error de 20 a 30 m debido a la precisión gráfica (0,2 a 0,3 mm x D, denominador de la escala).

Este proceso nos permite obtener como resultado una carta corregida y comprimida (extensión *ecw*). Una vez terminada la corrección de la imagen se procede a realizar el control del ajuste, que consiste en picar sobre un punto de coordenadas conocidas (intersección de cuadrícula que no se haya utilizado como punto de control) y verificar el valor que nos da la carta corregida con el conocido. La discrepancia aceptable entre estos dos valores fue de 20 mts. Se puede observar antes y después, en las imágenes de abajo,

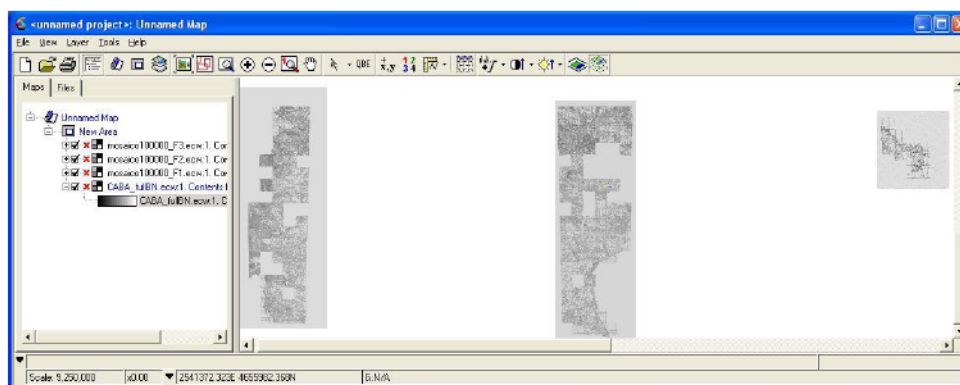


correspondientes a una única carta IGM escala 1:100.000 individual (en este caso, carta Punta Maqueda, en Faja 2).



Dando como válida y aceptada la corrección geométrica, se procede a realizar el mosaico cuyo primer paso es recortar las cartas corregidas por el marco exterior (es decir, el área de información útil de cada carta, donde se recortan los márgenes) para lograr así un buen empalme y crear una representación continua del área que éstas cubren. El paso posterior fue guardar cada carta según su faja de proyección, es decir se separaron por carpetas quedando de esta manera tres grupos (faja 1, faja 2, faja3) para la escala mayor. Esto es necesario para realizar el mosaico ya que los archivos a empalmar deben tener consistencia en la información, un mismo Datum, sistema de proyección y faja.

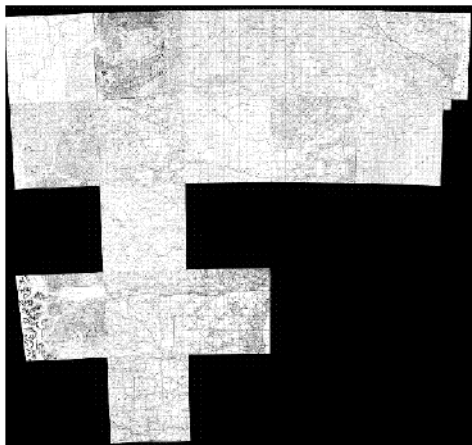
*Mosaicado de cada faja:* con los archivos de cartas ya georreferenciadas, se realizó un mosaico (empalme geométrico y radiométrico de todos los archivos) para cada una de las 3 fajas. Estos 3 mosaicos, debido a la diferencia de origen en la coordenada *easting* antes mencionada, se encuentran separados entre sí 1000 km (1.000.000 metros, distancia arbitraria entre cada faja), ver imagen debajo.



El objetivo fue obtener un mosaico de toda la provincia, los que para minimizar la deformación se realizó en la faja central (faja 2), por lo que el paso siguiente fue *reproyectar* los mosaicos en faja 1 y en faja 3 a la faja 2, utilizando el software. Para el empalme geométrico, fue necesario recortar cada mosaico en su área útil cartográfica (ver a derecha, mosaicos *reproyectados* aun sin recortar) y por los huecos internos donde no había información; de lo contrario impedirían la visualización del mosaico de las cartas 1:250.000 que se ubicaría por detrás de éstos.

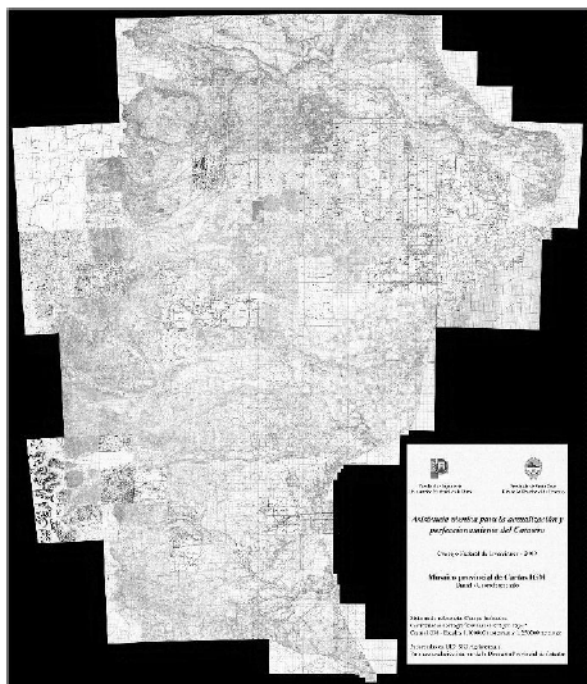


Para el mosaicado de las cartas 1:250000 (muchas menos cartas) el cambio a faja 2 se aplicó previo a la corrección geométrica, en el paso de asignación de sistemas de coordenadas y proyección determinada, quedando en este caso Datum: Campo Inchauspe – Proyección: Transversa Mercator Arg. faja 2 para todas las cartas; a continuación se procedió al recorte y empalme obteniendo un solo mosaico de toda la provincia en faja 2 (imagen a la izquierda).



Para obtener el producto requerido, se despliegan en una misma sesión o ventana los tres mosaicos 1:100.000 en faja 2 recortados, y el mosaico 1:250000 también en esta faja, quedando éste último ubicado por detrás de los otros con la finalidad de que llene los espacios donde no había información cartográfica y así lograr la cobertura total de la provincia. Este mosaicado se grabó como imagen comprimida, quedando un *único archivo raster georreferenciado*. De este modo, quedan visibles todas las cartas de mayor resolución (escala 1:100.000), y donde éstas faltan, se visualiza la información disponible de las cartas escala 1:250.000.

Abajo puede verse el mosaico digital IGM definitivo (a la izquierda, B&N), y mosaico de 24 escenas satelitales Landsat TM - falso color infrarrojo - en el mismo sistema (derecha), cada uno en un archivo digital único georreferenciado.



## Resultados y discusión

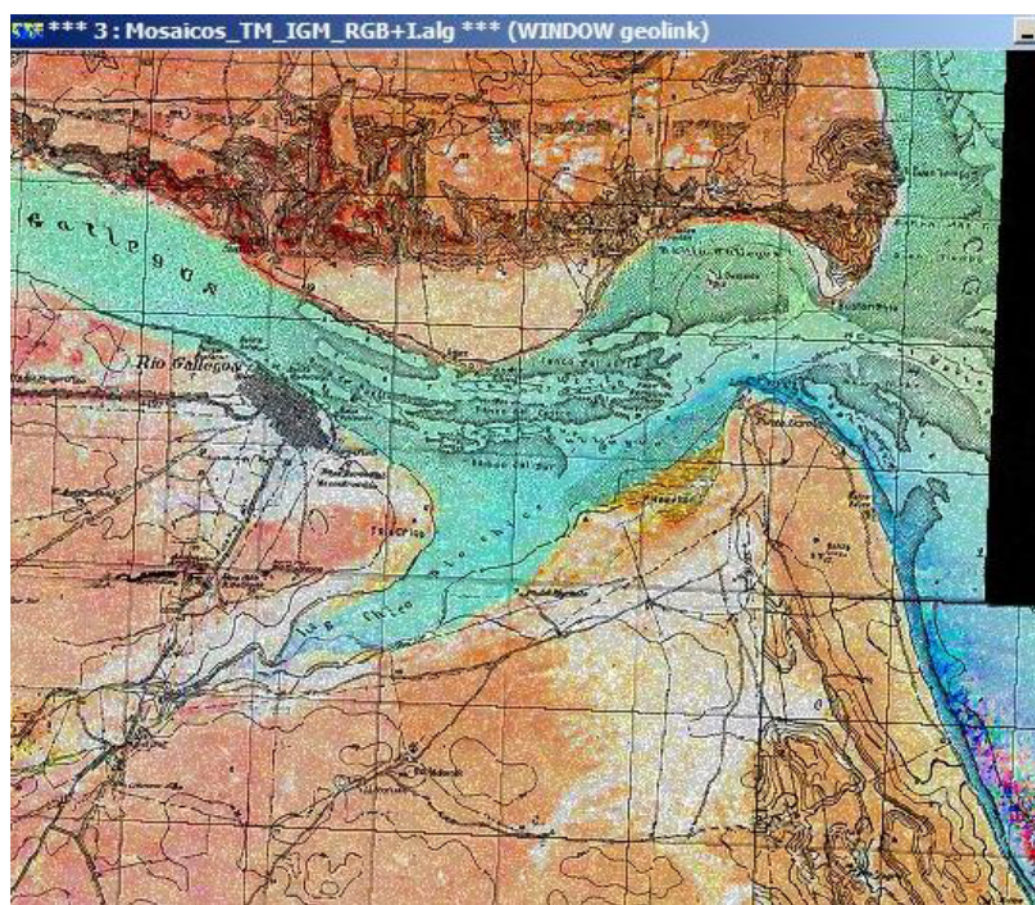
El resultado obtenido, es un único archivo digital en formato raster, georreferenciado en el sistema Inchauspe - proyección Gauss-Krüger en faja 2, de la mejor cartografía IGM



impresa disponible. Se la refiere como “histórica” dado que la edad promedio de las cartas empleadas supera ampliamente los 50 años.

No se tiene conocimiento que otra provincia argentina disponga la cobertura total de su territorio de cartografía IGM en un archivo único: *continuo digital georreferenciado*

Abajo se muestra la riqueza de información de la cartografía histórica lograda (en este caso, sector de Río Gallegos) superpuesta a la imagen satelital correspondiente, que fuera realizada para la provincia, en el mismo Convenio que dio origen al presente trabajo.



### Conclusiones

La cartografía del territorio constituye el primer elemento de consulta para cualquier proyecto de ingeniería o aun para conocimiento del mismo para cualquier acto que involucre la administración de recursos naturales. La cartografía oficial resulta insustituible por su calidad y excelencia, más allá de su falta de actualización, debido a las normas de calidad con las que han sido elaboradas. Las fuentes actuales de información disponibles en la web (p.e. *Google Earth / Maps*) no sustituyen la cartografía base sino que pueden complementarla, haciendo la salvedad que no tienen este tipo de medios confiabilidad total, pudiendo su interpretación inducir a errores.

La cartografía básica, también conocida como cartas de líneas o cartas topográficas, realizada históricamente por el IGM (hoy IGN), está completa para todo el territorio nacional, solamente a escala 1:250.000. Las escalas de mayor detalle, 1:100.000 como en éste caso (algunas provincias del centro del país están cubiertas por cartografía 1:50.000) no cubren la totalidad de la provincia, y se encuentran solamente por unidad de carta individual, en soporte papel, o bien en soporte digital en formato de imagen “crudo”, es decir, sin datos de georreferencia. Por lo tanto, este producto, si bien está realizado a partir de cartas que tienen una antigüedad importante, constituye una herramienta importante por contener en un único archivo toda la información cartográfica disponible sobre Santa Cruz, en la mayor escala accesible.

Para la provincia, logra disponer una cartografía única, en un formato accesible y utilizable en los actuales sistemas de información geográficos (SIG), con información precisa aunque quizás algo desactualizada, pero con información no obtenible en forma directa y rápida por otros medios, tales como: toponimia, elemento del terreno interpretados por la simbología cartográfica de fácil lectura (muchas veces estos elementos no aparecen visibles en imágenes, o no se los identifica aun siendo visibles), altimetría por puntos acotados y curvas de nivel relacionados con el sistema altimétrico de referencia argentino (los modelos altimétricos digitales disponibles en la web, además de su confiabilidad relativa, utilizan como referencia otros sistemas, por lo que los valores absolutos de las cotas obtenidas de los mismos difieren con de nuestro sistema), ubicación de puntos fijos planimétricos, también la grilla cartográfica uniforme para cada escala, brinda muy rápidamente al usuario una estimación de las distancias entre puntos de interés del territorio. Asimismo, éste producto es susceptible de ser compartido y superpuesto con otro tipo de información geocodificada.

### Bibliografía

Provincia de Santa Cruz, Consejo Federal de Inversiones, Informe final del Convenio con Facultad de Ingeniería U.N.L.P. *Asistencia técnica para la actualización y perfeccionamiento del Catastro*. 2009.

Cátedra Percepción Remota, Fac. Ing. UNLP, apuntes de cátedra (página web): <http://www.ing.unlp.edu.ar/catedras/G0420/>